

## **Лабораторная работа № 8**

Казакова Виктория Алексеевна

2023, Москва

## Цель работы

Цель данной работы: 1. Построение графика изменения оборотных средств фирмы 1 и фирмы 2 без учета постоянных издержек и с введенной нормировкой для случая 1. 2. Построение графика изменения оборотных средств фирмы 1 и фирмы 2 без учета постоянных издержек и с введенной нормировкой для случая 2.

## Вариант 70

**Случай 1.** Рассмотрим две фирмы, производящие взаимозаменяемые товары одинакового качества и находящиеся в одной рыночной нише. Считаем, что в рамках нашей модели конкурентная борьба ведётся только рыночными методами. То есть, конкуренты могут влиять на противника путем изменения параметров своего производства: себестоимость, время цикла, но не могут прямо вмешиваться в ситуацию на рынке («назначать» цену или влиять на потребителей каким-либо иным способом.) Будем считать, что постоянные издержки пренебрежимо малы, и в

---

модели учитывать не будем. В этом случае динамика изменения объемов продаж фирмы 1 и фирмы 2 описывается следующей системой уравнений:

$$\begin{aligned}\frac{dM_1}{d\theta} &= M_1 - \frac{b}{c_1} M_1 M_2 - \frac{a_1}{c_1} M_1^2 \\ \frac{dM_2}{d\theta} &= \frac{c_2}{c_1} M_2 - \frac{b}{c_1} M_1 M_2 - \frac{a_2}{c_1} M_2^2,\end{aligned}$$

где  $a_1 = \frac{p_{cr}}{\tau_1^2 \tilde{p}_1^2 Nq}$ ,  $a_2 = \frac{p_{cr}}{\tau_2^2 \tilde{p}_2^2 Nq}$ ,  $b = \frac{p_{cr}}{\tau_1^2 \tilde{p}_1^2 \tau_2^2 \tilde{p}_2^2 Nq}$ ,  $c_1 = \frac{p_{cr} - \tilde{p}_1}{\tau_1 \tilde{p}_1}$ ,  $c_2 = \frac{p_{cr} - \tilde{p}_2}{\tau_2 \tilde{p}_2}$ .

Также введена нормировка  $t = c_1 \theta$ .

**Случай 2.** Рассмотрим модель, когда, помимо экономического фактора влияния (изменение себестоимости, производственного цикла, использование кредита и т.п.), используются еще и социально-психологические факторы – формирование общественного предпочтения одного товара другому, не зависимо от их качества и цены. В этом случае взаимодействие двух фирм будет зависеть друг от друга, соответственно коэффициент перед  $M_1M_2$  будет отличаться. Пусть в рамках рассматриваемой модели динамика изменения объемов продаж фирмы 1 и фирмы 2 описывается следующей системой уравнений:

$$\begin{aligned}\frac{dM_1}{d\theta} &= M_1 - \left( \frac{b}{c_1} + 0,0015 \right) M_1 M_2 - \frac{a_1}{c_1} M_1^2 \\ \frac{dM_2}{d\theta} &= \frac{c_2}{c_1} M_2 - \frac{b}{c_1} M_1 M_2 - \frac{a_2}{c_1} M_2^2\end{aligned}$$

Для обоих случаев рассмотрим задачу со следующими начальными условиями и

$$M_0^1 = 2.6, M_0^2 = 1.9,$$

параметрами:  $p_{cr} = 19, N = 17.5, q = 1$

$$\tau_1 = 12, \tau_2 = 16,$$

$$\tilde{p}_1 = 10, \tilde{p}_2 = 6.6$$

**Замечание:** Значения  $p_{cr}, \tilde{p}_{1,2}, N$  указаны в тысячах единиц, а значения  $M_{1,2}$  указаны в млн. единиц.

**Обозначения:**

$N$  – число потребителей производимого продукта.

$\tau$  – длительность производственного цикла

$p$  – рыночная цена товара

$\tilde{p}$  – себестоимость продукта, то есть переменные издержки на производство единицы продукции.

$q$  – максимальная потребность одного человека в продукте в единицу времени

$\theta = \frac{t}{c_1}$  – безразмерное время

1. Постройте графики изменения оборотных средств фирмы 1 и фирмы 2 без учета постоянных издержек и с введенной нормировкой для случая 1.
2. Постройте графики изменения оборотных средств фирмы 1 и фирмы 2 без учета постоянных издержек и с введенной нормировкой для случая 2.

## Выполнение лабораторной работы

### Julia (первый случай)

#### Описание переменных

```
using DifferentialEquations  
using Plots
```

```
p_cr = 19  
N = 17.5  
q = 1  
tau1 = 12  
tau2 = 16  
p1 = 10  
p2 = 6.6  
  
a1 = p_cr / (tau1*tau1*p1*p1*N*q)  
a2 = p_cr / (tau2*tau2*p2*p2*N*q)  
b = p_cr / (tau1*tau1*tau2*tau2*p1*p1*p2*p2*N*q)  
c1 = (p_cr-p1) / (tau1*p1)  
c2 = (p_cr-p2) / (tau2*p2)
```

## Julia (первый случай)

Функция построения графиков:

```
function Fun(du, u, p, t)
    M1, M2 = u
    du[1] = u[1]-b/c1*u[1]*u[2]-a1/c1*u[1]*u[1]
    du[2] = c2/c1*u[2]-b/c1*u[1]*u[2]-a2/c1*u[2]*u[2]
end

v = [2.6, 1.9]
time = (0.0, 30.0)
prob = ODEProblem(Fun, v, time)
sol = solve(prob, dtmax = 0.05)
M1 = [u[1] for u in sol.u]
M2 = [u[2] for u in sol.u]
T = [t for t in sol.t]
```

## Julia (первый случай)

Построение графиков:

```
plt = plot(  
    dpi = 300,  
    legend = :topright)
```

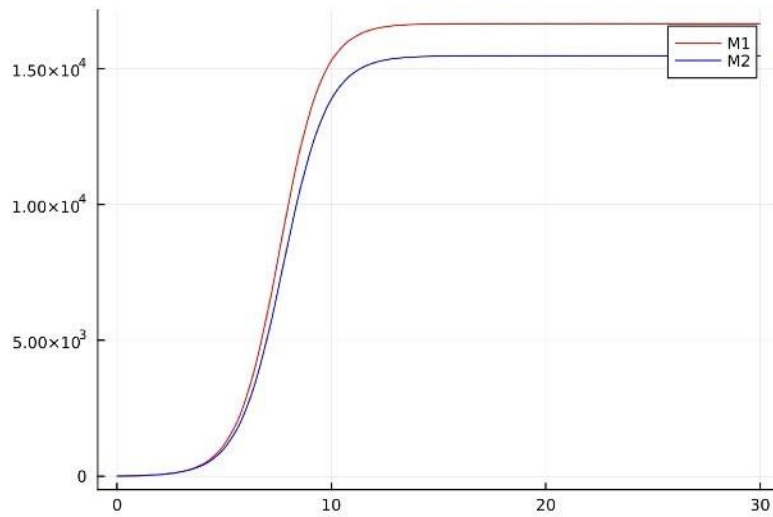
```
plot!(  
    plt,  
    T,  
    M1,  
    label = "M1",  
    color = :red)
```

```
plot!(  
    plt,  
    T,  
    M2,  
    label = "M2",  
    color = :blue)
```



## Результаты работы кода на Julia

Out [2]:



*“Рис.1 График изменения оборотных средств фирмы 1 и фирмы 2 без учета постоянных издержек и с введенной нормировкой для случая 1 на языке Julia”*

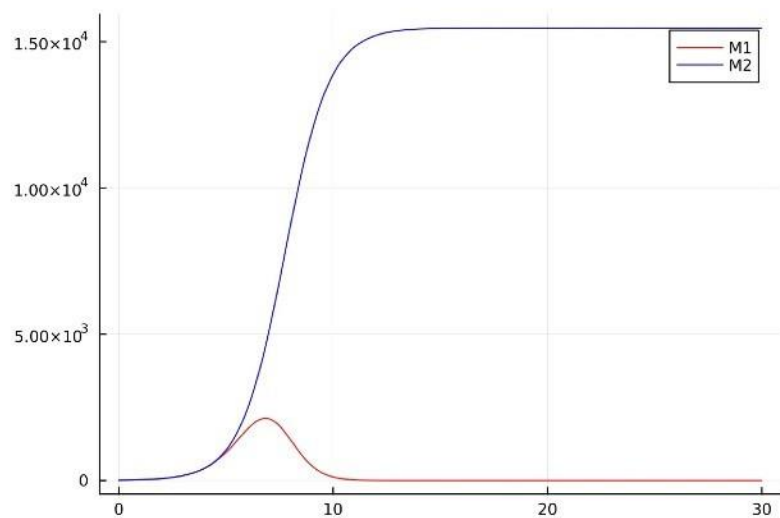
## Julia (второй случай)

По аналогии с первым случаем описываются переменные. Меняется только функция.

```
function Fun(du, u, p, t)
    M1, M2 = u
    du[1] = u[1] - (b/c1 + 0.00015) * u[1] * u[2] - a1/c1 * u[1] * u[1]
    du[2] = c2/c1 * u[2] - b/c1 * u[1] * u[2] - a2/c1 * u[2] * u[2]
end
```

## Результаты работы кода на Julia

Out[1]:



*“Рис.2 График изменения оборотных средств фирмы 1 и фирмы 2 без учета постоянных издержек и с введенной нормировкой для случая 2 на языке Julia”*

## OpenModelica (первый случай)

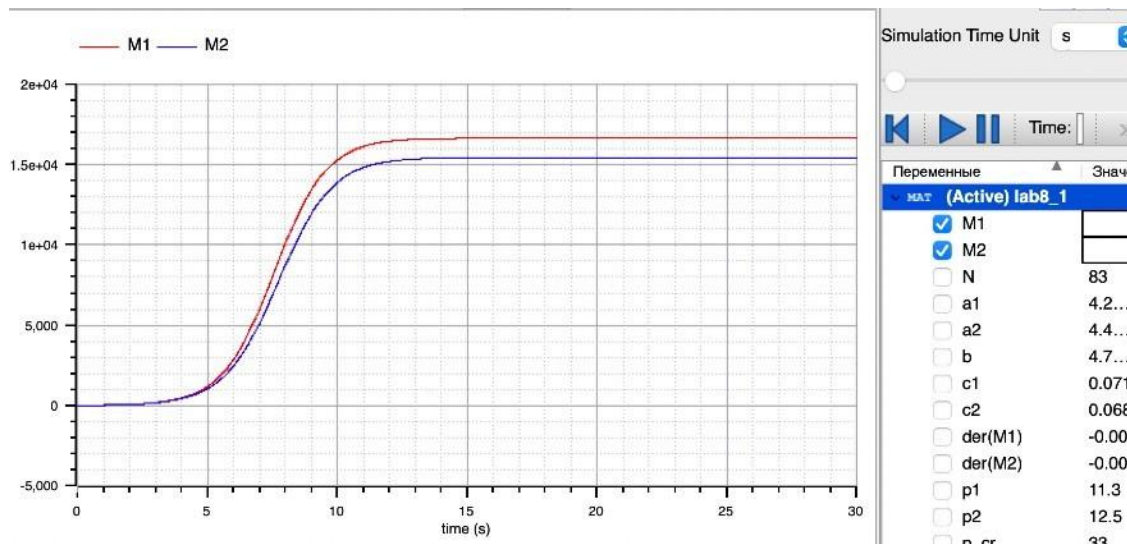
```
model lab8_1
Real M1;
Real M2;
Real p_cr = 19;
Real N = 17.5;
Real q = 1;
Real tau1 = 12;
Real tau2 = 16;
Real p1 = 10;
Real p2 = 6.6;
Real a1 = p_cr/(tau1*tau1*p1*p1*N*q);
Real a2 = p_cr/(tau2*tau2*p2*p2*N*q);
Real b = p_cr/(tau1*tau1*tau2*tau2*p1*p1*p2*p2*N*q);
Real c1 = (p_cr-p1)/(tau1*p1);
Real c2 = (p_cr-p2)/(tau2*p2);
initial equation
M1 = 2.6;
M2 = 1.9;
equation
```

```

der(M1) = M1-b/c1*M1*M2-a1/c1*M1*M1;
der(M2) = c2/c1*M2-b/c1*M1*M2-a2/c1*M2*M2;
end lab8_1;

```

## Результаты работы кода на OpenModelica



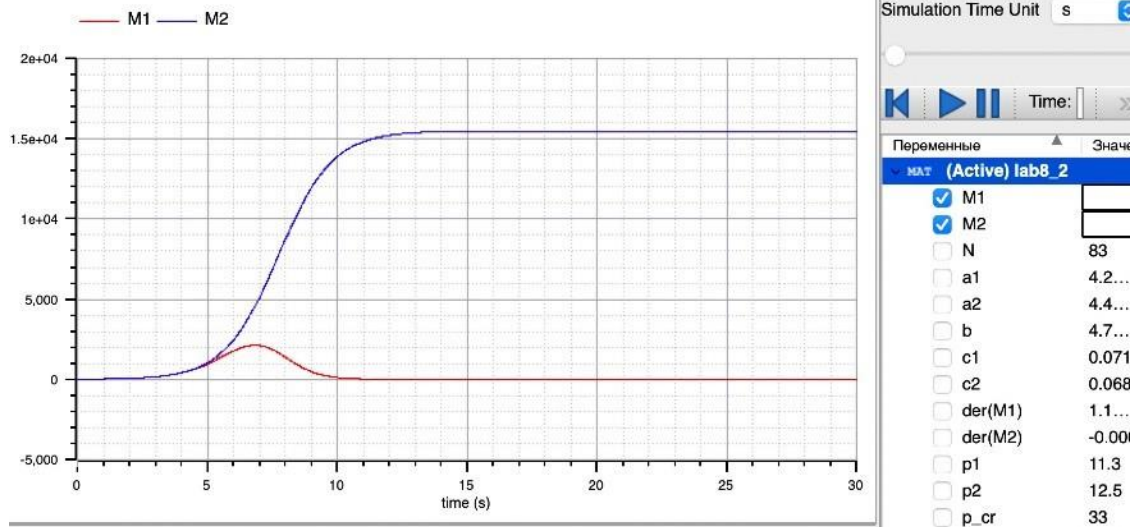
“Рис.3 График изменения оборотных средств фирмы 1 и фирмы 2 без учета постоянных издержек и с введенной нормировкой для случая 1 на языке OpenModelica”

## OpenModelica (второй случай)

```
model lab8_2
Real M1;
Real M2;
Real p_cr = 19;
Real N = 17.5;
Real q = 1;
Real tau1 = 12;
Real tau2 = 16;
Real p1 = 10;
Real p2 = 6.6;
Real a1 = p_cr/(tau1*tau1*p1*p1*N*q);
Real a2 = p_cr/(tau2*tau2*p2*p2*N*q);
Real b = p_cr/(tau1*tau1*tau2*tau2*p1*p1*p2*p2*N*q);
Real c1 = (p_cr-p1)/(tau1*p1);
Real c2 = (p_cr-p2)/(tau2*p2);
initial equation
M1 = 2.6;
M2 = 1.9;
equation
der(M1) = M1-(b/c1+0.0001)*M1*M2-a1/c1*M1*M1;
der(M2) = c2/c1*M2-b/c1*M1*M2-a2/c1*M2*M2;

end lab8_2;
```

## Результаты работы кода на OpenModelica



*“Рис.4 График изменения оборотных средств фирмы 1 и фирмы 2 без учета постоянных издержек и с введенной нормировкой для случая 2 на языке OpenModelica”*

## Выводы

В ходе проделанной работы были построены: 1. График изменения оборотных средств фирмы 1 и фирмы 2 без учета постоянных издержек и с введенной нормировкой для случая 1. 2. График изменения оборотных средств фирмы 1 и фирмы 2 без учета постоянных издержек и с введенной нормировкой для случая 2. На языке Julia реализация кода объемнее, чем на языке OpenModelica.